



SEMINAR

03

KOREA CARBON FORUM  
2018 대한민국 탄소포럼

# 판문점 선언의 저탄소 이행방안

좌장 : 손요환 교수 | 고려대학교





President **손요환 교수**  
고려대학교 환경생태공학부



- > 現 고려대학교 환경생태공학부 교수
- > 現 한국임학회 이사
- > 前 한국임학회 회장
- > 前 한국생태학회 부회장

## 판문점 선언의 저탄소 이행방안

본 세션은 기후변화센터와 한국기후변화연구원이 공동주관하며, 판문점 선언의 저탄소 이행방안을 살펴본다

판문점 선언 이후 산림 및 교통 부문과 신재생에너지 관련 남북 간의 협력 방안에 대해 토의하며, 남북 협력을 통한 온실가스 감축 및 활용 방안에 대하여 논의한다.

- 👤 주제발표 1: 남북 산림 협력 방안 (김소희 사무총장 | 재기후변화센터)
- 👤 주제발표 2: 남북 교통 협력을 통한 온실가스 감축 및 활용방안 (신광수 팀장 | KRIC)
- 👤 주제발표 3: 남북 신재생에너지 협력 방안 (김윤성 책임연구원 | 녹색에너지 전략연구소)



# SEMINAR 03-1



KOREA CARBON FORUM  
2018 대한민국 탄소포럼

## 남북 산림 협력 방안

🔊 김소희 사무총장 | (재)기후변화센터

- 現 (재)기후변화센터(아시아녹화기구) 사무총장
- 現 (사)한국기후변화학회 이사
- 現 (사)한국신재생에너지학회 이사
- 現 한국환경정책·평가연구원 국가기후변화적응센터 운영위원



# SEMINAR 03-2



KOREA CARBON FORUM  
2018 대한민국 탄소포럼

## 남북 교통 협력을 통한 온실가스 감축 및 활용방안

신광수 탄소기획팀장 탄소배출권센터 | 한국기후변화연구원

- 現 한국기후변화연구원 탄소기획팀장
- 現 CDM 심사원



# CONTENTS

---

- 1 남북경협역의 역사
- 2 수송부문의 온실가스 감축
- 3 저탄소 수송수단 대체
- 4 수송수단 대체 사례
- 5 남북 수송부문 CDM 사업 추진이슈
- 6 남북 수송부문 CDM 사업 추진방안



# 남북경협역사



**이승만** 1949년 4월



**노태우** 1988년 7월



**김대중** 1998년 6월



**노무현** 2004년 12월



**이명박** 2008년 7월



**박근혜** 2010년 5월  
2012년 1월  
2013년 4월



**문재인** 2016년 2월  
2018년 2월

▼ 완화

1948.9.9 조선민주주의인민공화국 선포

▼ 경색

“남북 교역정지에 관한 건” 의결  
7.7 선언(남북 교역 무조건 개발)  
남북물자교류에 관한 기본 지침서  
정주영, 금강산 공동개발 협의  
남북 기본 합의서  
대우그룹 남포공단 합작사업  
정주영의 소떼 방북  
금강산 관광 시작  
1차 남북 정상회담  
개성공단 사업 착수  
경의선 철도도로 연결사업 착공  
개성공단 가동  
경의선 시험운행  
2차 남북정상회담  
개성관광, 경의선 운행 시작  
금강산관광 중단  
개성관광 중단  
경의선 운행 중단  
5.24 대북 제재 조치  
개성공단 북한 근로자 5만명 돌파  
개성공단 철수  
8.14 합의(개성공단 정상화)  
개성공단 폐쇄  
평창 동계올림픽 개최  
2018 남북정상회담

탈냉전 시대

6.15 남북공동선언  
현대아산 개발합의서 체결

10.4 남북공동선언

박왕자씨 피살사건

천안함 폭침사건

비무장지대 도발

북한 4차 핵실험

?

# 남북경협의 역사 - 문재인 정부의 남북경협

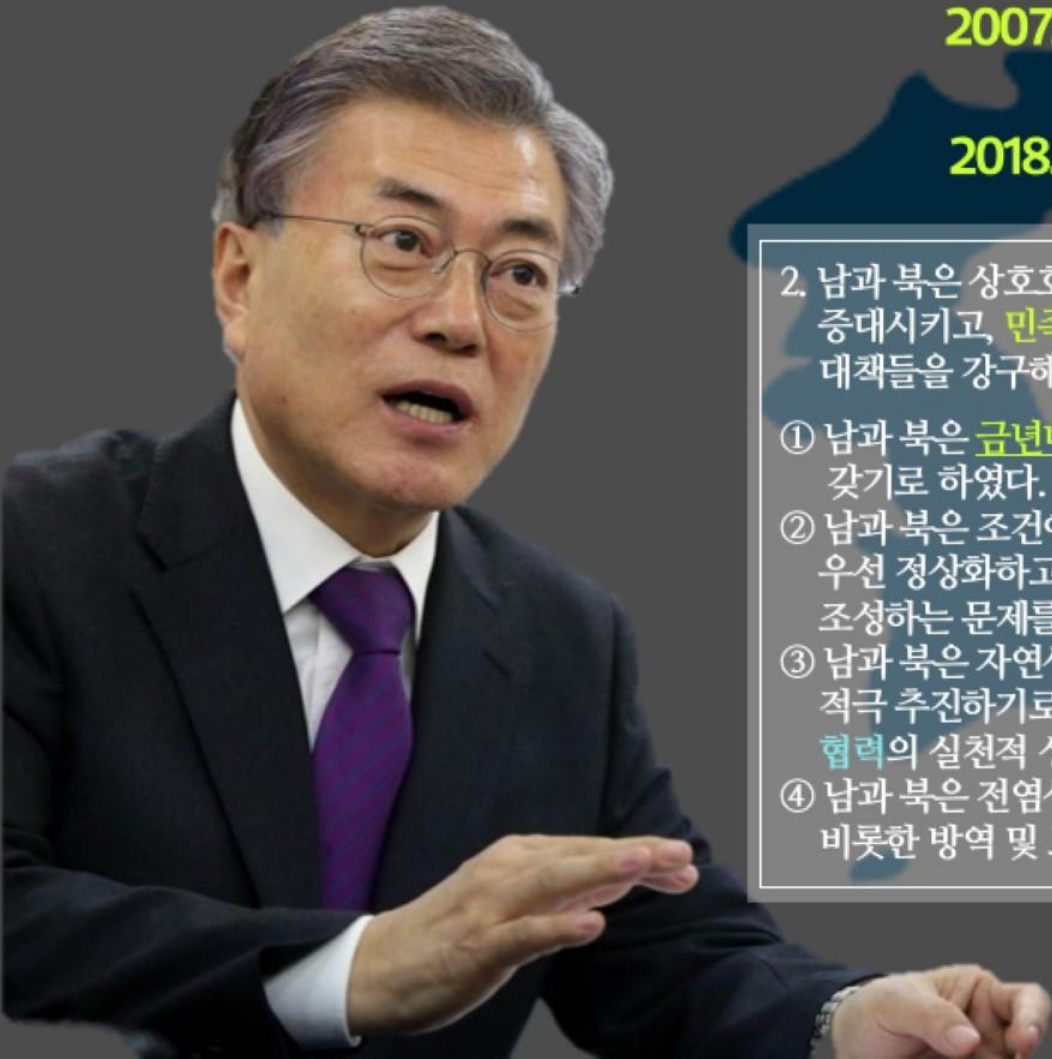


2000.6.15 공동선언(김대중, 김정일)

2007.10.4 공동선언(노무현, 김정일)

...

2018.9.19 공동선언(문재인, 김정은)



2. 남과 북은 상호호혜와 공리공영의 바탕위에서 **교류와 협력**을 더욱 증대시키고, **민족경제**를 균형적으로 발전시키기 위한 실질적인 대책들을 강구해나가기로 하였다.

- ① 남과 북은 **금년내 동, 서해선 철도 및 도로 연결을 위한 착공식**을 갖기로 하였다.
- ② 남과 북은 조건이 마련되는 데 따라 **개성공단**과 **금강산관광** 사업을 우선 정상화하고, 서해경제공동특구 및 동해관광공동특구를 조성하는 문제를 협의해나가기로 하였다.
- ③ 남과 북은 자연생태계의 보호 및 복원을 위한 남북 **환경협력**을 적극 추진하기로 하였으며, 우선적으로 현재 진행 중인 **산림분야 협력**의 실천적 성과를 위해 노력하기로 하였다.
- ④ 남과 북은 전염성 질병의 유입 및 확산 방지를 위한 긴급조치를 비롯한 방역 및 보건·의료 분야의 협력을 강화하기로 하였다.



# 남북경협역의 역사 - 유엔 대북 제재

## 남북 철도 경협, 실현 가능한가?

강화된 미국 및 유엔 안보리 대북 제재 결의로 인하여  
착공식은 가능하나, 실제 연결공사 착공은 위반사항인 것으로 분석

### 유엔 안전보장이사회 대북제재 결의(2397호) 주요 내용

#### 유류 공급 제한

정유제품 연간 50만 배럴로 제한  
원유 연간 400만 배럴로 제한



#### 개인 제재

핵, 미사일 프로그램 개발 및 자금조달과 관련한 개인 및 기관 제재



#### 해상 검색 · 차단

금지 품목 적재 의심 선박에 대해 기국 동의 하에 공해상에서 검색 가능



#### 해외 노동자 제한

유엔 회원국 내 소득이 있는 북한 노동자 전원을 24개월 내 북한으로 송치 의무화



#### 수출금지

식용품, 농산품, 기계류, 전자기기, 목재류, 선박, 철도, 차량 등으로 확대



#### 합작 회사 금지

북한과 합작사업 설립, 유지 및 운영 전면 금지



한국 정부는 유엔 대북 제재 결의 완화를 위해 노력 중





# 수송부문의 온실가스 감축

수송부문의 온실가스 감축방법은 적용가능한 대상이 한정적

“ 크게 3가지 감축유형으로 분류 ”

## 저탄소 연·원료로의 전환

천연가스의도입  
바이오CNG 도입  
바이오디젤등 전환

## 저탄소 수송수단으로의 대체

대량 고속수송시스템  
(철도, 선박, BRT 등)의  
도입을 통한 기존 수송수단  
대체

## 수송에너지 이용효율 향상

무시동 난방장치도입  
전기 및 하이브리드  
차량의도입 등



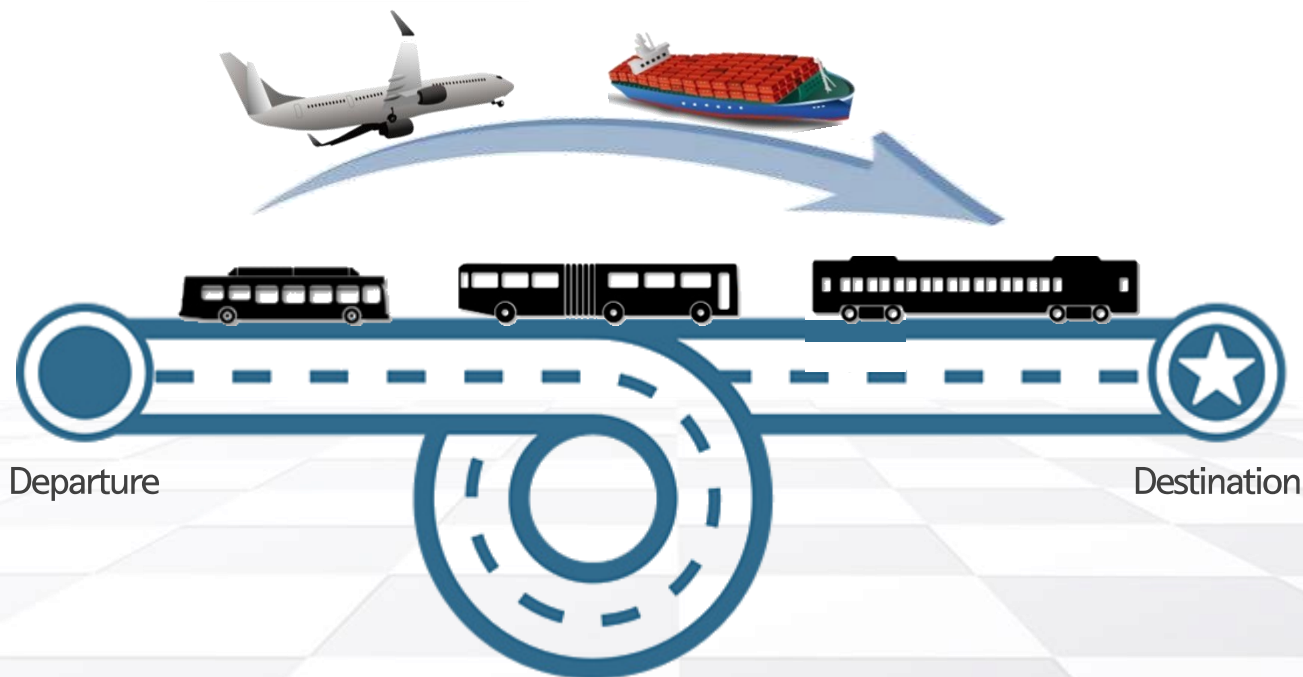
저탄소 수송수단 대체는 現 남북 경험수준에서의 적용가능성이 가장 높음



# 저탄소 수송수단 대체

출발지에서 목적지까지의 수송수단 중, 신규의 저탄소 수송수단과 기존의 수송수단과의 인키로(여객), 톤키로(화물) 당 온실가스 배출계수의 차이로 감축 발생

$$\text{인키로당 배출계수} = \frac{\text{연간 수송수단 운행에서의 총 온실가스 배출량(tCO}_2\text{)}}{\text{연간 승객 수(인) X 연간 수송거리(km)}}$$



# 저탄소 수송수단 대체

## 수송부문 CDM 방법론 20개 가운데, 철도부문 수송수단 대체 방법론은?

- (AM0090) 수상, 선로 및 도로운송에서 화물 운송의 수단 전환(Modal Shift)
- (AM0101) 고속승객 철도(HSR, High Speed Rail system) 시스템
- (ACM0016) 대량고속수송(MRT) 프로젝트에 대한 베이스라인 방법론



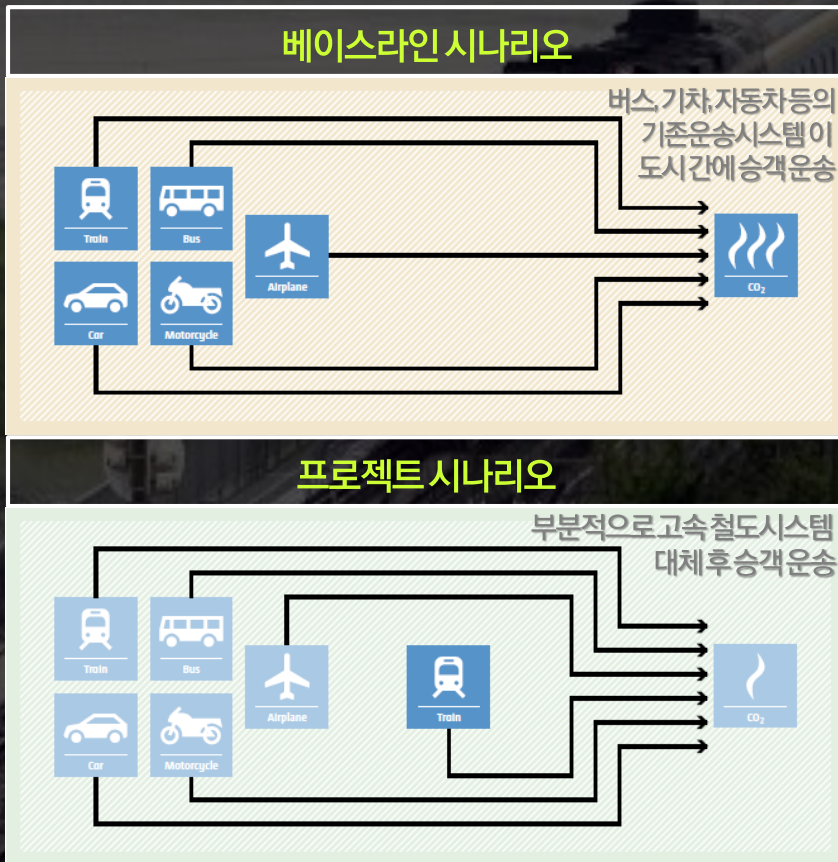
(자료: 국토교통부)



# 저탄소 수송수단 대체

## 고속 승객 철도 시스템 [AM0101]

기존의 고속철도시스템의 확대를 통한  
고속철도시스템으로 향상 및 대체



## 모니터링 시 주요변수

- 고속철도시스템 프로젝트에 의해 이용한 승객의 수
- 프로젝트 승객 및 프로젝트 활동의 부재 시 기존의 운송 시스템을 통해 여행한 승객의 수
- 승객들의 여행 거리

## 모니터링 방법: 설문조사

## 주요 적용조건

- 신규 HSR의 출발지와 목적지 사이의 **평균 설계속도는 적어도 200km/hr** 이 되어야 한다.
- 신규 철도 기반 시설은 기존 HSR의 연장, HSR로 대체 또는 업그레이드 될 수 있다.
- 전체 프로젝트 HSR 시스템 (HSR 출발지, 목적지 및 경유지)은 **동일한 국가** 내 위치해야 한다.
- 프로젝트 HSR 시스템의 추진을 위하여 **전력**만 사용되어야 한다.
- HSR 시스템에 의한 두 개의 연속적인 역 사이의 **평균 거리는 최소 20km** 이상이어야 한다.
- 베이스라인 시나리오가 **현재 운송수단을 계속 사용할** 때만 적용 가능하다.

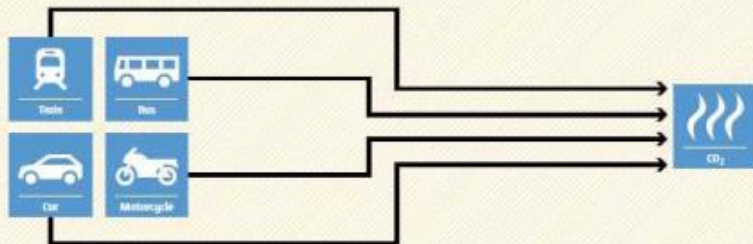


# 저탄소 수송수단 대체

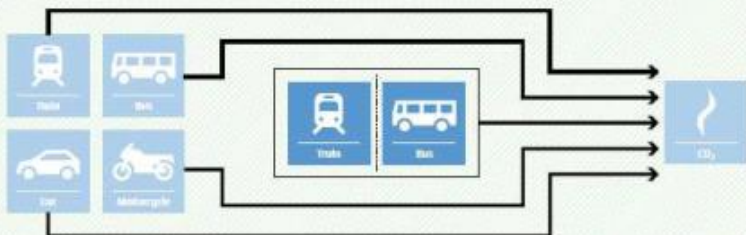
## MRT(Mass Rapid Transportation) 사업의 베이스라인 방법론[ACM0016]

승객을 저탄소 철도, 버스로 수송

### 베이스라인 시나리오



### 프로젝트 시나리오



## 모니터링 시 주요변수

- 프로젝트에 의해 이용한 승객의 수
- 특정 연료 소비, 객실 이용률과 다른 이동수단을 통한 이동거리뿐만 아니라 영향받은 도로 위의 차량의 속도
- 승객들의 여행거리
- 수송수단별 탑승률 및 이동거리

## 모니터링 방법: 설문조사

## 주요 적용조건

- 프로젝트는 기존 버스노선(예를 들어, 버스 폐기, 버스노선 재조정 및 폐쇄)을 교체하기 위해 신규 철도 또는 분리된 버스노선을 설치. 도시 간의 간선급행 버스 시스템에 공급 장치(Feederplus)가 추가된 경우는 AM0031 방법론을 추천
- 도시 내 여객에 대해서 적용 가능하며, 도시 간의 교통에 대해서는 적용 불가능
- 이 방법론은 기존에 존재 및 운영하는 버스노선 또는 철도 기반 시스템의 운영 개선(예를 들어, 신규 및 대형 버스)에는 적용되지 않음





# 수송수단 대체 사례 - 국내사례

## 사업명

호남 고속철도(HSR) 구축사업 (現 환경부 협의 대기 중)

## 적용 방법론

AM0101 (고속 승객 철도 시스템)

## 사업경계

오송역 ~ 목포역 (249km)

## 베이스라인 배출계수

구분	인키로당 배출계수 (gCO <sub>2</sub> /pkm)	설문결과	'17년 승객수	'17년 전력사용량
기존 철도	44	24%	11.153 X 10 <sup>6</sup>	85,511 MWh
기존 자가용	129	30%		
기존 버스	76	25%		
기존 항공	140	21%		



## 예상 온실가스 감축량

기존 철도(24%) = 44 gCO<sub>2</sub>/pkm X 0.24 X 225km X 11.153 = 26,500 tCO<sub>2</sub>  
 기존 자가용(30%) = 129 gCO<sub>2</sub>/pkm X 0.30 X 225km X 11.153 = 97,115 tCO<sub>2</sub>  
 기존 버스(25%) = 76 gCO<sub>2</sub>/pkm X 0.25 X 225km X 11.153 = 47,679 tCO<sub>2</sub>  
 베이스라인 합계 = 171,293 tCO<sub>2</sub>

사업 배출량 = 85,511 MWh X 0.46625 tCO<sub>2</sub>/MWh  
 = 39,870 tCO<sub>2</sub>  
 연간 감축량 = 171,293 tCO<sub>2</sub> - 39,870 tCO<sub>2</sub>  
 = 131,424 tCO<sub>2</sub>



# 수송수단 대체 사례 - 해외사례

현 수송수단 대체 CDM 방법론(ACM0016)을 통하여 등록된 사업은 총 8개

총 연간 감축량은 1,129,782 톤 / 인증량은 97,455톤

사업명	등록일	개최국	수송수단	연간 감축량	인증량	비고
(3869) BRT Lines 1-5 EDOMEX, Mexico	`11.05.30	멕시코	BRT	145,863	27,876	국가 내
(4945) BRT Metro Insurgentes, Mexico	`11.08.10	멕시코	BRT	46,544	69,579	국가 내
(4670) Mumbai Metro One, India	`11.10.04	인도	Metro	195,547	-	국가 내
(5735) Metro Line 12, Mexico City	`12.07.12	멕시코	Metro	136,983	-	국가 내
(7235) BRT Metrobus 2-13, Mexico	`12.09.24	멕시코	BRT	134,601	-	국가 내
(6430) Mode-shift of passengers from private vehicles to MRTS for Gurgaon metro	`12.11.22	인도	MRT	105,863	-	국가 내
(7574) LRT System in Tunis	`12.12.19	튀니지	LRT(경전철)	29,193	-	국가 내
(8149) Guiyang MRTs Line I Project	`13.02.25	중국	MRT	335,188	-	국가 내



# 남북 수송부문 CDM 사업 추진이슈

미국 및 유엔 안보리 대북 제재가 완화되어 공사가 완료된 이후에도...

온실가스 감축사업으로 추진하기 위한 다양한 이슈사항 존재

## 북한 교통통계

우리나라 수준의 정밀한  
교통통계 확보가 어려울  
것으로 예상

기존 수송수단별 인킬로,  
톤킬로 및 이에 따른  
온실가스 배출량 등

## 국가간 경계

국외로 운송되는 여객 및  
화물에 대한 감축량  
인정여부

현 CDM 방법론 적용불가  
및 베이스라인 부재  
(북한내 수송만 인정)

## 소유권 배분

경의선 고속도로 :  
2조3천490억원  
동해선 철도 :  
5천179억원

북한내에서의 수송만  
인정하는 경우 소유권  
주장불가

## 신기후체제

철도, 도로 완공 후 실제  
수송이 이루어져야  
사업 유효(20 이후)

CDM? 6.4조?  
한국형 JCM?

PARIS 2015  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE



남북의 철도, 도로 인프라를 통한 막대한 경제적 효과 및 온실가스 감축효과를 합리적으로 보증하기 위하여

**위 이슈사항에 대한 조기진단을 위하여 기초 타당성 조사 착수 필요**



# 남북 수송부문 CDM 사업 추진방안

## 추진방식

- 2021년 이후, 신기후체제의 62조 메커니즘에 따라 북한의 협력을 통한 온실가스 감축사업 추진
- 정부주도의 사업으로 추진 (민간사업자는 전문가로 참여)

## 방법론

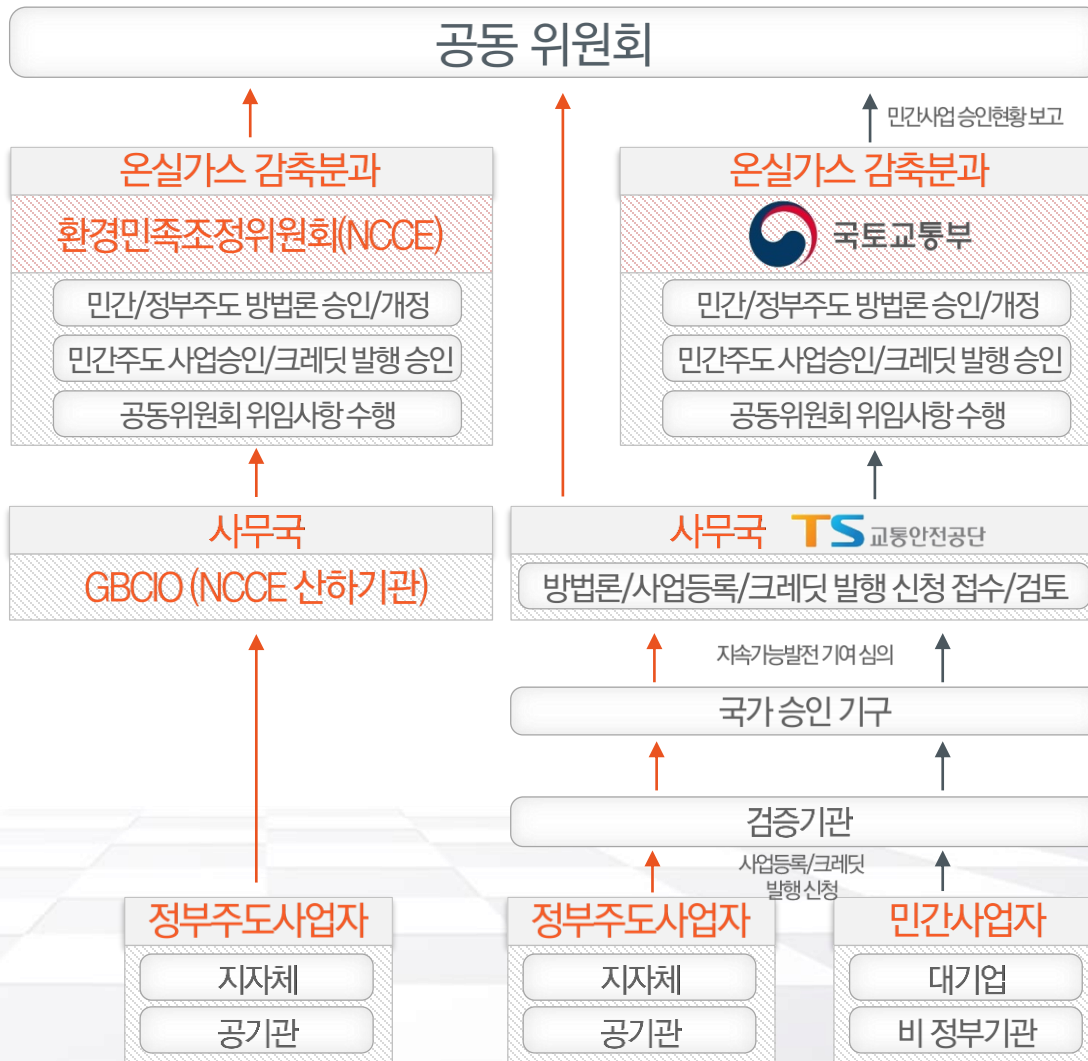
- 철도 및 여객의 경우, AM0101 사용
- 도로 또는 철도에서의 화물을 포함하는 경우, ACM0016, AM0030 방법론 사용

## 사업경계

- 북한내 물류, 여객의 수송

## 소유권 배분

- (정부간 협의) 투입된 자금 비율 등





# 남북 수송부문 CDM 사업 추진방안

개성에서 신의주까지 '20년 경의선 고속철을 이용한 승객수를 10만명으로 보았을 때, 온실가스 감축사업을 추진하기 위한 고려사항은 다음과 같음

## 사업경계

개성-신의주(423.4 km)

## 수송수단별 톤키로당 온실가스 배출계수

### 북한 교통통계에 의한 수송수단별 인キロ 및 온실가스 배출량

구분	인キロ당 배출계수 (gCO <sub>2</sub> /pkm)	설문결과	'21년 승객수	'21년 전력사용량
기존 철도	?	70%	100,000	85,511 MWh (0.94 tCO <sub>2</sub> /MWh)
기존 자가용	?	10%		
기존 버스	?	20%		
기존 항공	?	0%		

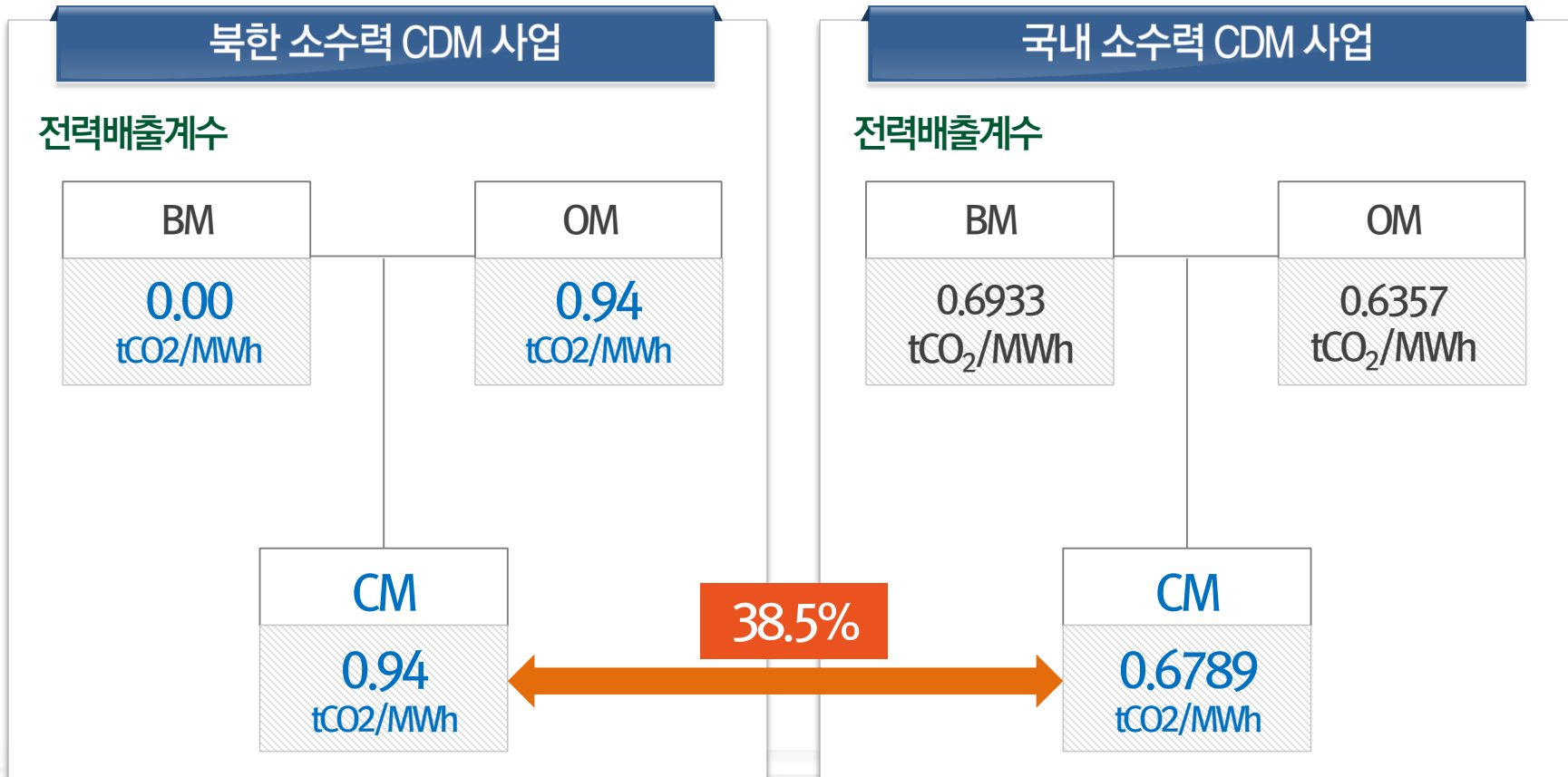


**인キロ당 배출계수는 사업 전 데이터를 활용해야 하므로 통계 구축방안 공유 필요**





# 참고. 북한의 전력배출계수



예시) 북한내 고속철 운행에 따라 북한 Grid의 전력을 사용하는 경우, 사업배출량이 높아져 감축량이 낮음

<b>북한</b>	9,400 tCO <sub>2</sub> e	188백만원	<b>우리나라</b>	6,789 tCO <sub>2</sub> e	135.8백만원
-----------	--------------------------	--------	-------------	--------------------------	----------

# 평화, 새로운 시작



남북 경협이 첫걸음!  
성사되길 간절히 기원합니다.



# SEMINAR 03-3



KOREA CARBON FORUM  
2018대한민국 탄소포럼

## 남북 신재생에너지 협력 방안

🔊 김윤성 책임연구원 | 녹색에너지 전략연구소

- 現 녹색에너지전략연구소 책임연구원
- 前 연세대학교 초빙연구원
- 前 농협중앙회 농협경제연구소 부연구위원
- 前 세종대학교 연구교수



# CONTENTS

---

- 1** 남북 재생에너지 협력의 배경
- 2** 북한의 에너지 현황
- 3** 북한의 재생에너지 개발가능성과 제도
- 4** 소규모 재생에너지 개발협력
- 5** 결론



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

선민후관[先民後官]  
선경후정[先經後政]  
선공후득[先供後得]  
선이후난[先易後難]





KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

# 1 남북 재생에너지 협력의 배경

# 남북재생에너지협력의 배경



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 2018.4.27, 9.18~20의 역사적인 남북정상회담과 6.12 북미정상회담 성사로 한반도 평화논의가 본격화되고 있음
- 4.27'판문점 선언'은 '핵없는 한반도'에 대한 내용을 담고 있으며 산림, 철도, 도로에서 협력논의 시작
- 북한은 자력갱생의 원칙에 따라 에너지 정책을 전개하고 있으나 석탄발전소의 노후화와 전력인프라의 부족, 발전용량 부족 등으로 전력부족 문제가 지속
  - 화석연료 공급은 경제난으로 거의 이루어지지 않고 있으며 송배전 손실을 역시 매우 높은 수준(15~50%, 현대경제연구원)
  - 이를 해소하기 위해 수력발전소를 개발하고 러시아와 풍력발전소를 건설하고 있으나 여전히 전력공급은 매우 부족한 상황
- 북한은 에너지 문제 해결을 위해 재생에너지에 주목하고 있으며 주민들에게도 이를 권장
- 재생에너지는 소규모 개발이 가능하고 공사기간이 짧기 때문에 에너지난에 시달리는 북한 주민들의 삶의 질을 즉각 개선할 수 있어 남북협력의 우선 대상이 될 수 있음
- 본격적인 경험을 시작하기에 앞서 국제표준적인 소규모 재생에너지 개발협력 진행은 남북간 신뢰를 쌓아가는 좋은 방법이 될 수 있음



# 판문점 선언 관련 내용



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 1. 남과 북은 남북 관계의 전면적이며 획기적인 개선과 발전을 이룩함으로써 끊어진 민족의 혈맥을 잇고 공동번영과 자주통일의 미래를 앞당겨 나갈 것이다. 남북관계를 개선하고 발전시키는 것은 온 겨레의 한결같은 소망이며 더 이상 미룰 수 없는 시대의 절박한 요구이다
  - ① 남과 북은 우리 민족의 운명은 우리 스스로 결정한다는 민족 자주의 원칙을 확인하였으며 이미 채택된 남북 선언들과 모든 합의들을 철저히 이행함으로써 관계 개선과 발전의 전환적 국면을 열어나가기로 하였다
  - ③ 남과 북은 당국 간 협의를 긴밀히 하고 민간교류와 협력을 원만히 보장하기 위하여 쌍방 당국자가 상주하는 남북공동연락사무소를 개성지역에 설치하기로 하였다
  - ⑥ 남과 북은 민족경제의 균형적 발전과 공동번영을 이룩하기 위하여 10.4선언에서 합의된 사업들을 적극 추진해 나가며 1차적으로 동해선 및 경의선 철도와 도로들을 연결하고 현대화하여 활용하기 위한 실천적 대책들을 취해나가기로 하였다
- 2. 남과 북은 한반도에서 첨예한 군사적 긴장상태를 완화하고 전쟁 위험을 실질적으로 해소하기 위하여 공동으로 노력해 나갈 것이다. 한반도의 군사적 긴장상태를 완화하고 전쟁위험을 해소하는 것은 민족의 운명과 관련되는 매우 중대한 문제이며 우리 겨레의 평화롭고 안정된 삶을 보장하기 위한 관건적인 문제이다
  - ② 남과 북은 서해 북방한계선 일대를 평화수역으로 만들어 우발적인 군사적 충돌을 방지하고 안전한 어로 활동을 보장하기 위한 실제적인 대책을 세워나가기로 하였다
- 3. 남과 북은 한반도의 항구적이며 공고한 평화체제 구축을 위하여 적극 협력해 나갈 것이다. 한반도에서 비정상적인 현재의 정전상태를 종식시키고 확고한 평화체제를 수립하는 것은 더 이상 미룰 수 없는 역사적 과제이다
  - ④ 남과 북은 완전한 비핵화를 통해 핵 없는 한반도를 실현한다는 공동의 목표를 확인하였다

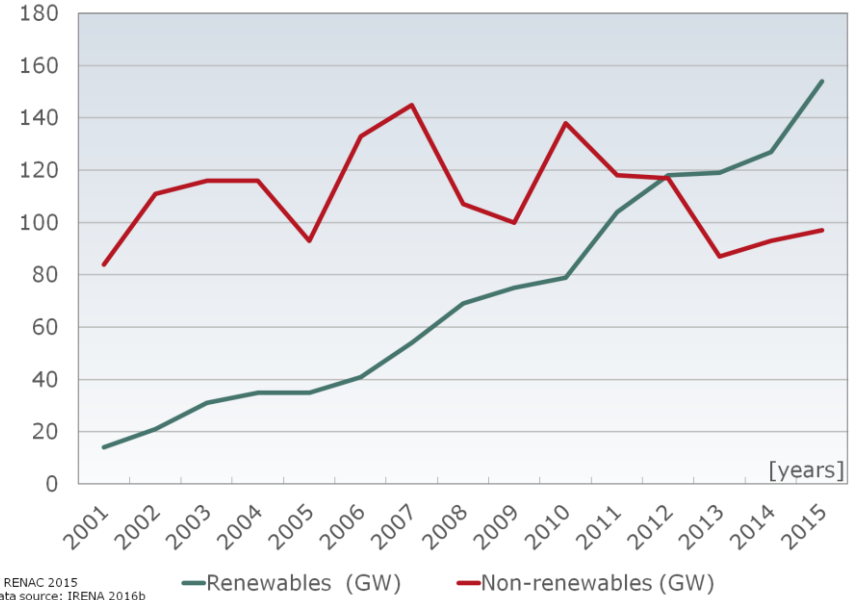
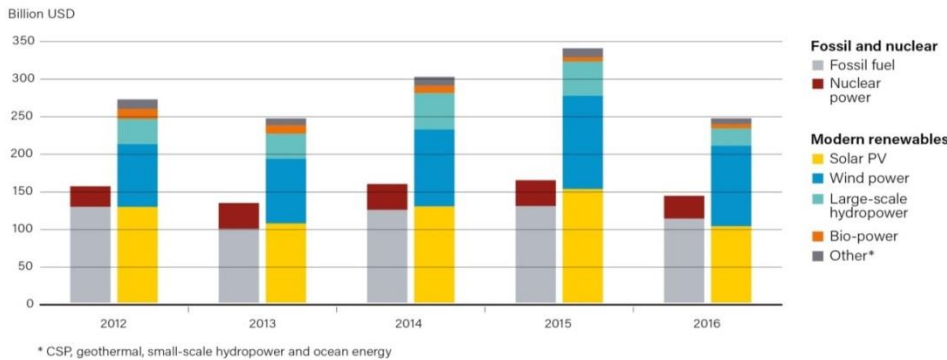
# 재생에너지가 주도하는 발전 설비 투자추이



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

Renewable and non-renewable power capacity addition,  
2001-2015

Global Investment in Power Capacity, by Type (Renewable, Fossil Fuel and Nuclear Power), 2012-2016



REN21 Renewables 2017 Global Status Report

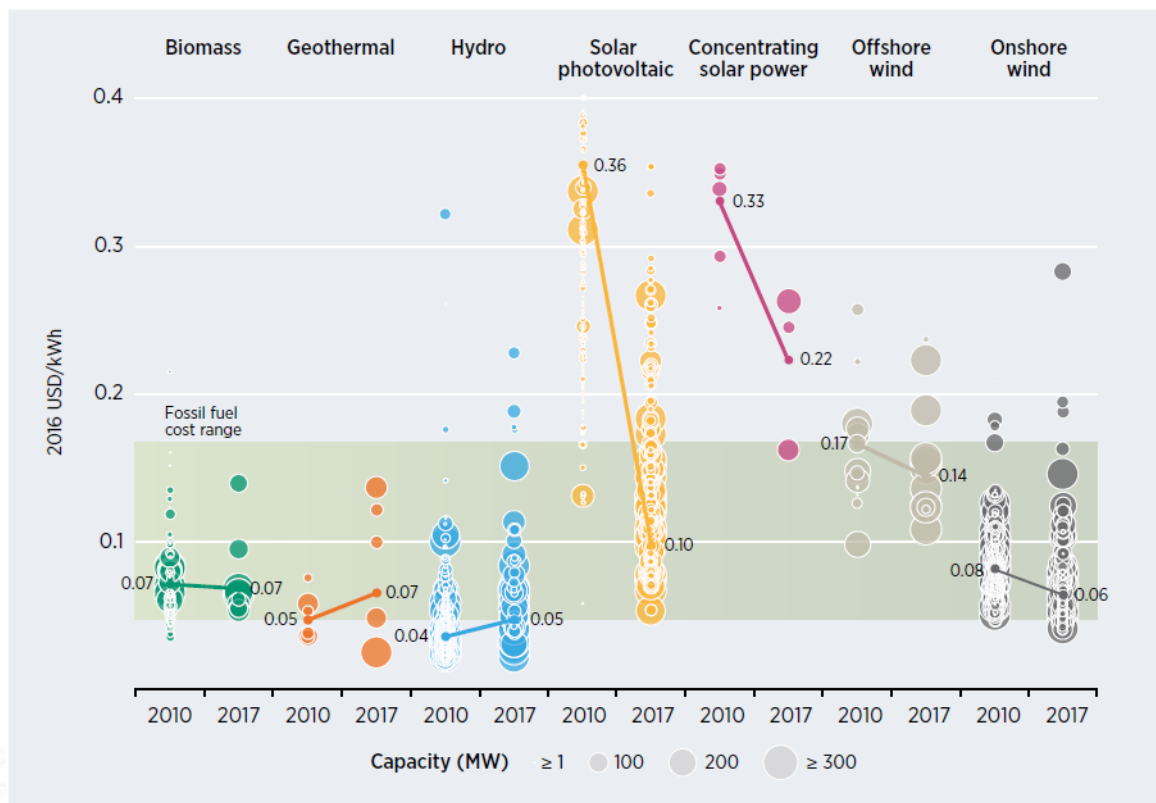


© RENAC 2015  
Data source: IRENA 2016b

Source: BNEF.

- 2012년부터 신규 발전설비용량은 재생에너지가 비재생에너지를 앞서고 있음
- 2016년, 전세계 2,498억 달러가 재생에너지 설비 (대수력 포함) 건설에 투입되었음
- 재생에너지는 신규 발전설비 투자의 63.5%를 차지함
  - 태양광: 1,137억 달러, 풍력: 1,125억 달러
  - 화력발전: 1,138억 달러, 원전: 300억 달러
- 재생에너지 발전비용은 매우 빠르게 하락하고 있으며 태양광의 경우 모듈가격이 2009년 대비 2014년 75% 하락, 유틸리티급에서 전체 설치비용도 지역별로 29~65%까지 하락(IRENA, 2014)

**Figure ES.1** Global levelised cost of electricity from utility-scale renewable power generation technologies, 2010-2017



Source: IRENA Renewable Cost Database.

- 전세계 평균 LCOE를 기준으로 대부분의 재생에너지 기술들이 화석연료 발전의 LCOE와 비슷한 가격 범위 안에 들어가 있음
- 태양광 가격은 2009년 이후 2017년 81%가 하락하였으며 유틸리티급 태양광의 LCOE는 73%가 하락하여 현재 USD 0.10/kWh임
- 신규수력 USD 0.05/kWh, 신규 육상풍력 USD 0.06/kWh, 바이오에너지와 지열발전 USD 0.07/kWh





KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 2 북한의 에너지 현황



# 북한의 에너지 현황

- 2016년 기준 북한의 1차 에너지 공급량은 총 9,910천TOE로 석탄이 43.2% 수력 32.3%, 석유 11.8%를 차지
- 총1차에너지 공급량은 2016년 1990년 대비 41%로 줄어들고 1인당 공급량은 33.6% 수준으로 줄어듦

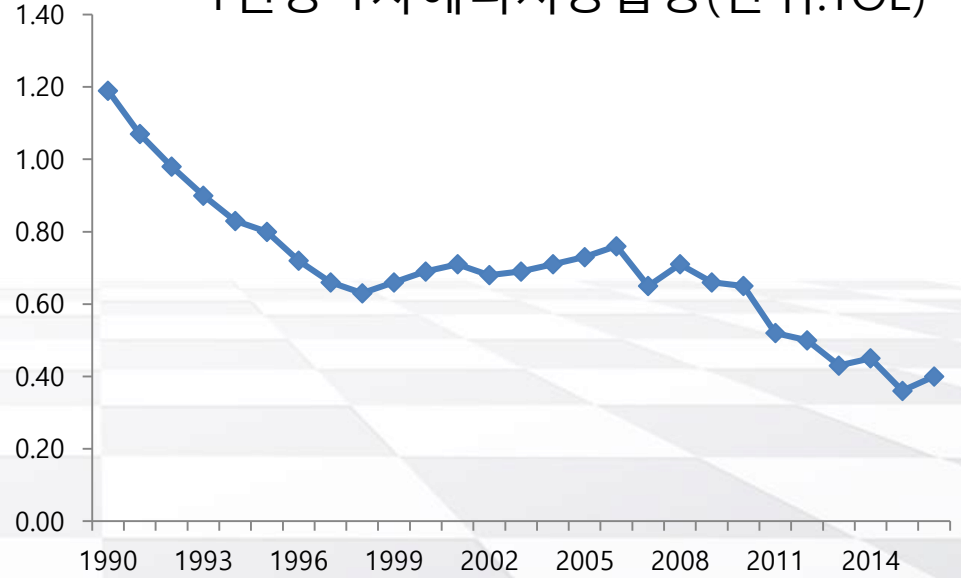
### 북한의 1차에너지 공급 구성(단위: 천 TOE)

	합계	석탄	석유	수력	원자력	LNG	기타
공급 (천TOE)	9,910	4,280	1,170	3,200	-	-	1,260
구성비 (%)	-	43.2	11.8	32.3	-	-	12.7

### 총 1차에너지 공급량(단위: 천TOE)



### 1인당 1차에너지공급량(단위:TOE)



# 북한의 에너지 현황



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 전체 설비용량은 약 7.7GW로, 수력 61.4%, 화력이 38.6%
- 수력 비중은 해마다 증가
- 중대형 화력발전소 8개소 가운데 대부분이 러시아식 열병합 발전소로 알려짐

## 북한의 화력발전설비 현황

### 북한의 전력설비 구성

	2016년		2015년		2014년	
	용량 (MW)	구성 (%)	용량 (MW)	구성 (%)	용량 (MW)	구성 (%)
합계	7,661	100.0	7,427	100.0	7,253	100.0
수력	4,701	61.4	4,467	60.1	4,293	59.2
화력	2,960	38.6	2,960	39.9	2,960	40.8
원자력	-	-	-	-	-	-

발전소명	소재지	준공년도	설비구성 (만kW,기)	총용량 (만kW)
북창화력발전소	평남 북창	1970~1985	10 X 16	160
평양화력발전소	평양시평야구역	1965~1968	20 x 2 10 x 1	50
선봉화력발전소	함북 옹기군	1976~1967	5 x 4	20
청천강화력발전소	평남 안주군	1976~1978	5 x 4	20
청진화력발전소	청진시	1984~1986	5 x 3	15
순천화력발전소	평남 순천군	1987	5 x 4	20
동평양화력발전소	평양시낙랑구역	1994	5 x 1	5
12월화력발전소	남포시대안구역	1996	5 x 1	5
비계통 독립전원				6
계				301

자료: 통계청

자료 : 김경술 외, 북한 에너지·자원·교통분야의 주요 개발과제, 국토연구원(2013)

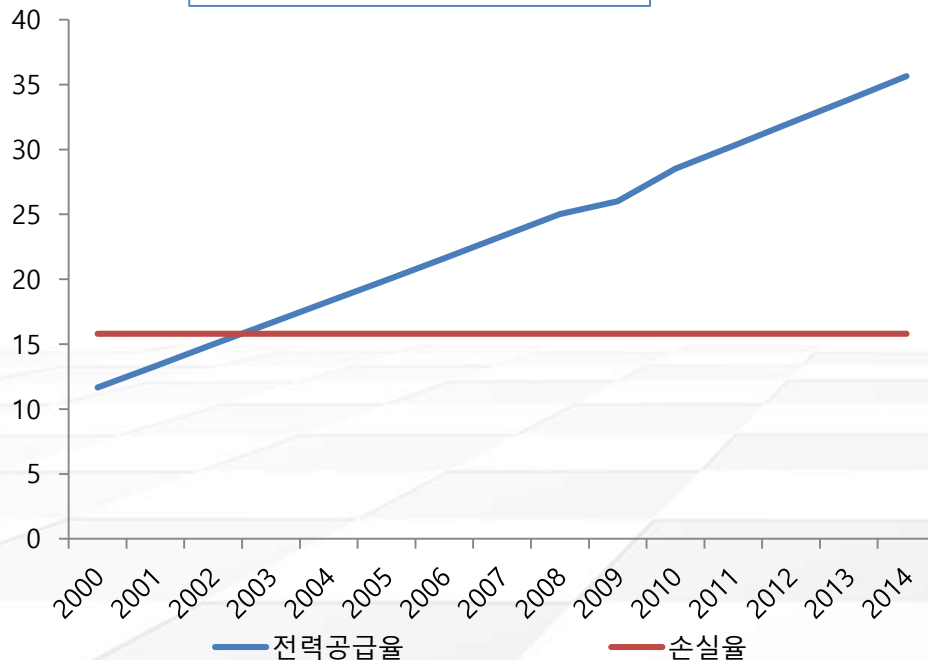
# 북한의 에너지 현황



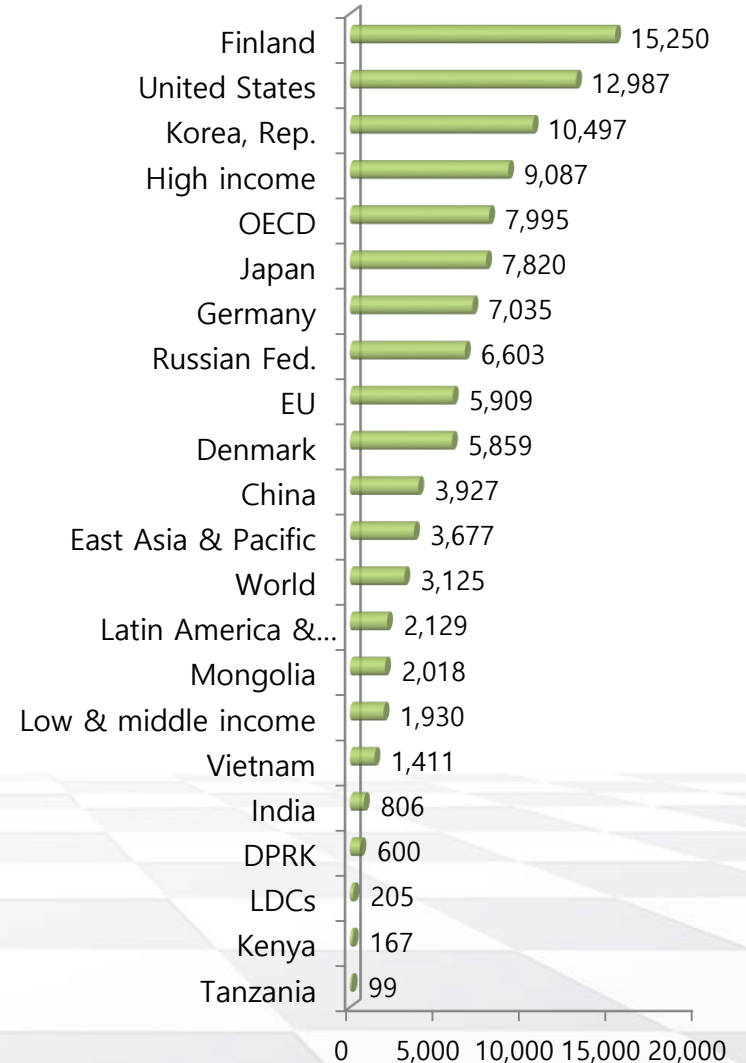
KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- IEA 집계에 따르면 세계평균 일인당 연간 전력사용량 3,030kWh, OECD는 8,028kWh인 반면 북한은 602kWh에 불과
- 즉 북한은 우리나라 에너지 사용량과 비교해 9%, 세계평균과 비교해 25.4% 수준이며 전력사용량에서는 우리나라의 5.7% 세계평균의 19.9% 수준에 머물고 있는 극도의 에너지 빈곤국

북한의 전력공급 및 손실율



세계 주요지역, 국가의 일인당 전력소비(kwh)







KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

### 3 북한의 재생에너지 개발가능성과 제도

# 북한의 재생에너지 계획



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 전력공업 부문에서 자립적 동력 기지들을 정비 보강하고 새로운 동력자원 개발에 큰 힘을 넣어야 합니다.
- 화력에 의한 전력생산을 결정적으로 늘이며 불비한 발전 설비들을 정비 보강하여 전력손실을 줄이고 최대한 증산하기 위한 투쟁을 힘있게 벌여야 합니다.
- 도들에서 자기 지방의 특성에 맞는 전력생산 기지들을 일떠 세우며 이미 건설된 중소형 수력 발전소들에서 전력생산을 정상화하여 지방 공업 부문이 전력을 자체로 보장하도록 하여야 합니다.

북한 김정은 위원장 2018년 신년사 中

- 북한에 에너지 지원사업이 가능하려면 자국의 계획이 선행되어야 할 것임
- 북한은 전력난 타개를 강조하고 있으며 재생에너지를 통한 전력공급을 지속적으로 추진하고 있음
- 2013년에 제정된 『재생에너르기법』은 2044년까지 단계별 부문별 재생에너지 공급목표를 제시
- 재생에너르기법에 따라 2044년까지 태양광, 풍력 등 5GW 보급 계획
  - 5GW는 2015년 현재 북한 전체의 발전설비용량 7.7GW의 65%에 해당하며 현재 북한 전력공급의 핵심인 수력발전 용량 4.5GW를 넘어서는 규모임
  - 특히 풍력발전을 통해 전력수요 15% 충당하려는 계획
  - 이밖에도 다수의 대수력, 소수력 발전과 조력발전, '자연에너지 자립주택', '탄소제로 도시' 계획 등도 제시하고 있어 재생에너지와 연계한 도시계획을 시도하고 있음을 알 수 있음

# 북한 '재생 에너지법'의 부문별 계획



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

	2014-2023년	2024-2033년	2034-2043년	2044년
풍력	중대형 풍력발전기 제작	해상풍력자원지도 작성 대용량 풍력발전소	10MW 이상 급 풍력발전	전력수요 15% 보장
지열	열 펌프기술 확보 전력생산공정수립	지열탐사기술보완	대규모 고온지열발전	북한전역 지원
태양	태양열 축열기술 확보 태양전지 효율제고 등	태양에너지발전소 구축	태양에너지발전소 확대 도입	우주 태양빛 발전소 구축
생물연료	에너지작물 육종 및 재배 에너지 전환 기술개발	에너지작물 → 에너지 전환기술 성숙	생물연료의 생산공급	생물연료 이용 확대
메탄수화물	메탄수화물 탐사 및 자원분 포도 작성	메탄수화물 시험채취	환경평가 감시조종체계 구축	메탄수화물 채취 및 이용
수소가스	수소제조공정확립 및 효율 성 제고	수소저장 및 운반기술 개발	고성능수소연료전지 하부 구조 구축	수소에너지 전면이용
재생에너지 주택구역	재생에너지자립주택기술 확보	재생에너지주택구역 형성	탄소에너지도시 구축	자립주택 전국 도입

자료: 통일뉴스, 현대경제연구원, 산업연구원 재인용

# 북한의 에너지 관련 법



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

에너지 관리법	전력법	재생 에너지법	중소형 발전소법	주민연료법	원자력법
<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지 관리법의 기본</li> <li>•에너지 공급</li> <li>•에너지 리용</li> <li>•에너지 관리사업에 대한 지도통제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•전력법의 기본</li> <li>•전력시설 건설</li> <li>•전력생산</li> <li>•전력공급</li> <li>•교차생산조직과 지휘</li> <li>•전력의 리용</li> <li>•급전지휘</li> <li>•전력부문 사업에 대한 지도통제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•재생에너지법의 기본</li> <li>•재생에너지의 자원조사</li> <li>•재생에너지의 개발 및 리용계획</li> <li>•재생에너지개발 및 리용의 장려</li> <li>•재생에너지부문의 물질기술적 토대강화</li> <li>•재생에너지부문 사업에 대한 지도통제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•중소형발전소법의 기본</li> <li>•중소형발전소의 건설</li> <li>•중소형발전소의 운영</li> <li>•중소형발전소의 전력리용</li> <li>•중소형발전소사업에 대한 지도통제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•주민연료법의 기본</li> <li>•주민연료의 확보</li> <li>•주민연료의 공급</li> <li>•주민연료사업에 대한 지도통제</li> </ul>	

주: 국가정보원(2017) 발간서적을 토대로 저자 작성

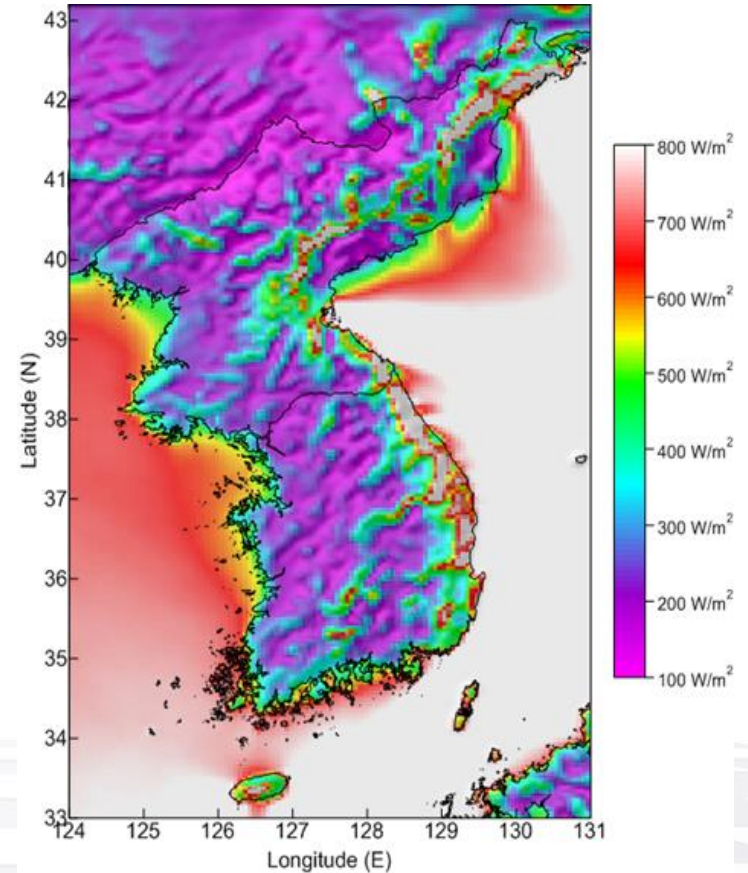


# 북한의 재생에너지 잠재량(풍력)



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 북한 측 조사 자료에 따르면 풍력발전 잠재량은 400만kW로 추정. 연간 이용률 24.5%로 가동하면, 매년 85.8억kWh의 전력 생산가능. 이는 2010년 북한 발전량의 36.2%에 해당
- 북한의 풍력자원조사단 분석에 따르면연평균 풍속 4.5m/s 이상의 바람이 북한 전 지역의 18%에서 불고 있으며, 몇몇 해안지역은 6m/s, 고산지역은 8m/s의 풍속 나타남
- 특히 서해안 지역은 여름에 남서쪽으로부터 풍속 8~10m/s의 바람이 불고 있어 대규모 해상풍력발전에  
 - 우선적으로 북해안지역의 고도 50m에서 연평균 풍력밀도 58.6W/m<sup>2</sup>이며, 북한 전 지역의 풍력밀도 분포는 높을수록 중심부인 개마고원 지역에서 높을수록 높았으며, 함경북도 동북부, 평안도 남부 해안, 황해도 해안 근처에서 비교적 높은 값을 나타냄  
 - 풍력밀도를 보았을 때, 동해안보다 서해안 지역에서 높은 풍력밀도를 보임에 따라, 대륙붕이 잘 발달된 서해안에 해상 풍력발전소를 건립하는데 있어서 유리할 것으로 예상
- 한국에너지기술연구원에 따르면 풍력발전 개발이 가능한 풍력밀도 300W/m<sup>2</sup> 이상인 면적은 남한 25.5GW 북한 43.6GW로 나타남( 남한의 1.7배)



자료: 에너지기술연구원(2014)

# 북한의 재생에너지 잠재량(태양광)

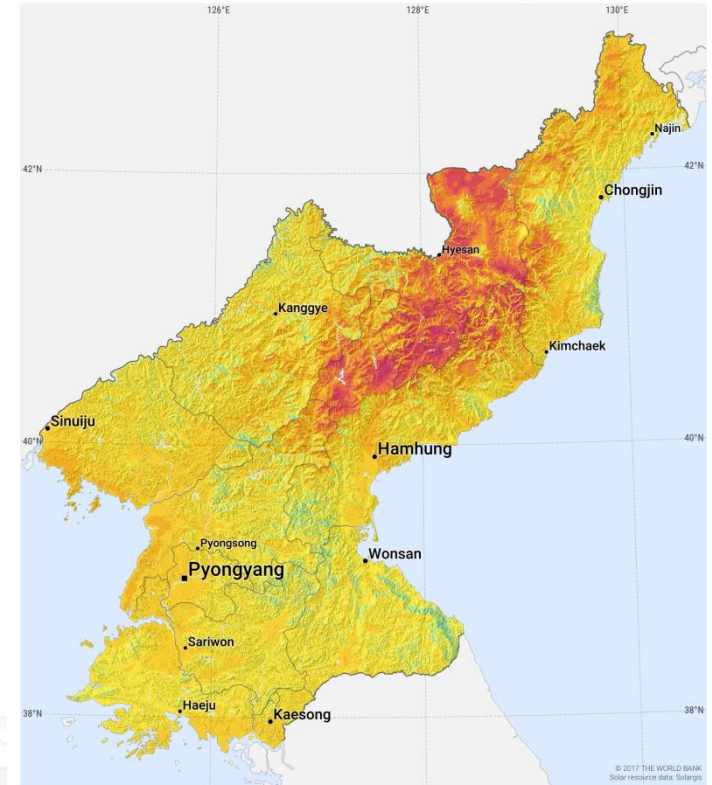


KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 북한의 연간 일사량 약 1300kWh/m<sup>2</sup>, 연간 일조시간 2,280~2,680시간
  - 북한의 평균 일사량은 미국의 도시(피츠버그, 펜실베니아, 오레곤 등)들 보다는 적지만, 유럽의 북쪽지역(프랑스, 독일 등) 보다는 많은 수준
- 한국에너지기술연구원의 분석에 따르면 남한 16개 지점의 일사량은 하루 평균 3.67kWh/m<sup>2</sup>, 북한 21개소 지점은 하루 평균 3.61kWh/m<sup>2</sup>
  - 전반적으로 고위도로 갈수록 일사량의 값은 줄어들게 되지만, 한반도의 경우 서울 인근의 일사량이 매우 적게 나오는 특성으로 인해 그 차이가 적게 나타나는 것으로 분석
- World Bank의 분석에 따르면 개마고원 등 내륙에서 태양광 잠재량이 더 높게 측정되고 있음

SOLAR RESOURCE MAP

**PHOTOVOLTAIC POWER POTENTIAL**  
**DEMOCRATIC PEOPLE'S REPUBLIC OF KOREA**



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>

# 북한의 재생에너지 잠재량(조력)



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 북한지역 해안의 조수간만의 차는 4~6m 정도이며, 조력발전 잠재량은 연간 약 4~6GW로 추정
- 러시아에서는 북한의 조력 잠재량을 약 4.7GW 정도로 추정
- 북한은 조력/수력에 대한 연구를 1990년대 후반부터 진행하고 소형 조력/수력 발전기를 개발, 설치하여 시험 중
- 황해도 옹진군 등 해안 특성이 조력발전에 유리하고 조수간만의 차가 큰 지역에 집중하고 있으나, 기술력과 설비 생산 능력 부족으로 아직 의미 있는 성과는 없는 상태



자료: 에너지기술연구원(2014)

# 북한의 재생에너지 연구개발



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 북한의 재생에너지 개발은 1993년에 자연에너지 개발이용센터를 설립하면서 시작되었으며 2014년 이를 확대한 자연에너지 연구소를 설립
- 김일성종합대학, 자연에너지연구소, 평양국제새기술경제정보센터 등이 개발과 생산의 주축
- 2003년에 설립된 평양국제새기술경제정보센터(PIINTEC)는 풍력에 중점을 두고 있는 것으로 보임
- 최근에는 북한이 자체적으로 태양광/태양열 관련 제품을 생산 보급
  - 나선 경제특구, 서부지역 공군기지, 평양 과학단지 등에 태양광 발전단지 운영중
  - 미국 존스홉킨스 대학 한-미 연구소(US-Korea Institute)의 Curtis Melvin 연구원은 북한이 나선 경제특구 내 카치노에 약 1.2 에이커(약 4,900 제곱미터) 규모의 태양광 발전단지와 서부지역 공군기지도 약 1.3 에이커(약 5,260 제곱미터)의 태양광 발전단지를 운영 중이라고 밝힘(KOTRA, 2016)
  - 규모는 확인이 어려우나 평양 과학단지에서 태양광 발전을 하고있는 것으로 추정
- 북한 당국은 축산, 임업, 에너지생산이 연계된 '고리형순환농업'을 중점 추진
- 북한의 연구동향을 살펴보면 재생에너지 최신 기술의 흐름을 따라가기 위해 노력하고 있으며 자체적인 재생에너지 잠재량 조사를 시행하고 있음

"표지방의 고층풍력 에너지의 분포특징에 대한 연구"(2017)

"농축산고리형순환생산체계확립의 최량화 모형"(2017)

"자연에너지에 의한 전력생산적지의 선정"(2017)



# 북한지역 재생에너지 협력사업 사례



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 태양광

- 2008, 2009년 우리민족서로돕기운동. 평양시 개성시 등에 시설채소와 육묘장을 위한 온실지원
- 2011년 독일 카리타스. 강원도 통천군 결핵요양소, 평남 성산결핵전문병원, 함남 함흥간염예방원 등 9곳에 태양열 온실 건설사업 지원

## 풍력

- 1998년 노틸러스 연구소. 온천군에 7기의 풍력발전기 설치
- 2000년대 초, 스위스 NGO 캠퍼스 퓨어 크리스투스(Campus fur Christus). 황해북도 지역에 30W, 2kW 규모의 풍력발전기를 각각 1대, 3대 운영
- 2011년 UNDP. 온천군과 평안북도 철산군에 소형 풍력발전기를 설치
- 러시아의 전력회사(라오동부에너지시스템 RAO Energy System of East)는 2016, 2017년 경 북러 접경지역에 총 40MW 규모의 풍력발전 단지 건설을 착공한 것으로 보임

## 바이오매스

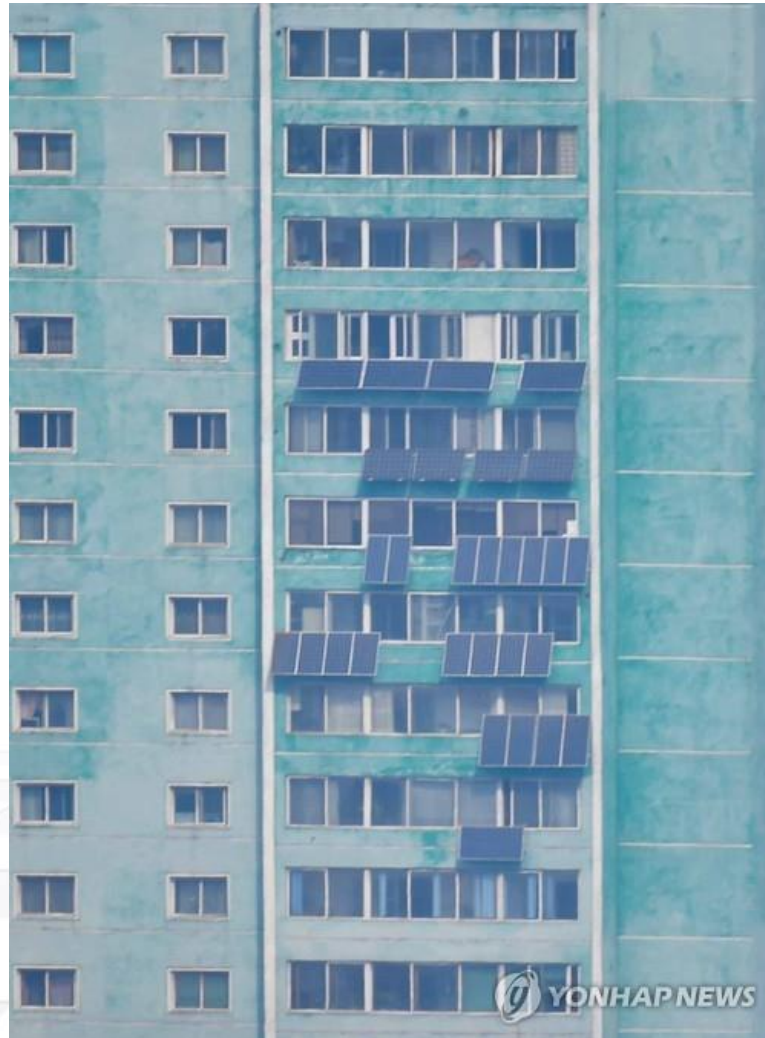
## 기타

- 2009년 우리민족서로돕기운동과 경기도. 평양 사동구역 덕동농장을 대상으로 자원순환형 지원사업 진행(돼지 축분 바이오가스 전환)
- 2017년 우리민족서로돕기운동. 함경북도 어랑군 마을단위 농업, 축산, 산림복원을 기본으로 하는 자원순환형(바이오매스 이용) 지원 모델 개발 중
- 2015년 아시아산림녹화와 한스자이델 재단. 황해북도 임농복합 시범단지 조성사업 실시함

# 북한의 재생에너지 개발 현황



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018



# 북한의 재생에너지 개발 현황



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

평양 상점에서 판매되는 태양광 패널



2015 평양가을철국제상품전람회 태양광 전시부스



자료: 산업은행, 2017

- 2009년부터 각급 기관, 병원, 체신소, 학교, 유치원, 탁아소, 개인주택 등에 소규모 태양광 보급 확산
  - 2015년 태양광전지판 생산공정 건설, 2016년부터 본격적으로 제품 생산
  - 평안도의 대안전기공장과 함경도의 김책풍력발전기공장이 전문적인 풍력발전 터빈생산공장으로 지정되어 300w~10kw의 소형 풍력발전기를 매년 약 5,000기 생산(KEMRI, 2018)
- KOTRA(2016)는 노틸러스 연구소를 인용하여 북한내 약 10만 가구가 태양광 패널을 사용중인 것으로 추정하고 있으며 대부분은 중국산 수입에 의존하지만 일부는 북한 생산제품일 것으로 보고 있음



- 전력 건설의 기본 방도는 수력발전소 위주로 하면서 화력 발전소 건설을 적절하게 배합하는 것으로 제시됨
- 각지에서 소규모 수력발전소 건설이 독려
  - 함경남도 단천시. 대규모 수력발전
  - 함경북도. 어랑군 어랑천발전소 5호
  - 강원도. 고성 군민발전소. 세포군민발전소. 평강군민발전소. 화양군민발전소
  - 자강도. 홍주청년3호발전소, 위원군 덕암리 발전소. 초산군 4호 발전소, 성간구 남리발전소 3,4호 보수, 회천3호발전소. 만포연하발전소. 초산군. 우시군. 장강군. 하평군. 동신군
  - 황해북도. 수안군 (예성강 상류), 예성강청년5호발전소. 인산군발전소





KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 4 소규모 재생에너지 개발협력

# 소규모 재생에너지 개발



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 일반적으로 재생에너지 개발에서 '소규모(small scale) 개발'이란 투자금액으로는 천만 달러(약 120억 원) 이하를 의미
- 소규모의 사업은 상업적으로 움직이는 투자은행에서 자금을 조달하기 어려움(World Bank, 2011)
- 규모의 경제로 움직이는 개발사업에서 소규모 개발은 여러 가지 비용 단가가 높아져 높은 수익률을 기대하기 어렵기 때문으로, 소규모 재생에너지개발은 세계은행(World Bank), 아시아개발은행(Asia Development Bank), 녹색기후기금(GCF) 등 국제 개발지원 은행과 기금들의 지원을 바탕으로 수행되는 경우가 많음



## 교류협력의 단계

- 교류협력은 크게 인도적 지원→개발협력→경제협력의 3단계로 볼 수 있음
- 자연재해 발생에 따른 농산물, 의료지원과 같은 인도적 지원이 가장 낮은 단계에서 협력하는 방식이라면 농촌지역의 도로보수, 전력공급, 학교건설 등은 개발협력(Development Assistance), 기업의 투자가 따르는 공단건설 등은 경제협력 단계에 해당함
  - 이때 '개발'이란 경제개발이 낙후된 지역을 지원하는 지역개발을 의미
- 에너지가 절대적으로 부족한 북한지역에 즉시 전기와 열을 공급할 수 있는 재생에너지 공급은 이중 두 번째 단계인 개발협력에 해당
- 경제협력이 투자에 따른 위험발생과 이에 대한 헷징계획이 수반되어야 가능하다면 개발협력은 미래 불확실성이 높을 때에도 소규모 시범사업이 가능하다는 장점이 있으며 북한주민들로부터 잠재적인 신뢰도를 높일 수 있다는 장점이 있음

# 재생에너지 개발협력의 방식



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 북한에 대한 개발협력은 남북교류협력기금을 통한 지원과 국제기구를 통한 지원이 가능
- 북한이 본격적으로 개방된다면 매우 큰 재정계획이 수반되며 이는 특정 한 국가가 감당하기 어려운 수준이 될 수 있음
  - 베트남, 중국 등 구 공산권 국가의 사례를 참고할 필요
- 또한 북한의 개방과 경제발전은 자국(북한)의 계획이 가장 우선시 되는 가운데 국제사회와 합의된 개도국 발전방향과도 일치해야 함
  - UN은 2030년까지 전세계 전력공급 100%, 청정취사열공급100%, 재생에너지 공급 2배 목표를 제시
- 이미 2017년 UN 안보리 결의안은 이와 관련된 북한 주민들에 대한 경제협력 활동 등에 대한 NGO와 국제기구의 활동을 제한하는 것이 아님을 규정하고 있으며(LH 북한토지주택리뷰, 2018) 국제기구는 북한에 대한 기후변화, 재생에너지 관련 지원사업을 꾸준히 이어오고 있음
  - 유엔 안보리 결의안 2375호(제26조) :북한 주민에 대한 인도적 영향을 의도하거나, 경제활동 및 협력, 식량원조 및 인도적 지원을 포함한 국제기구와 NGO의 활동을 제한하지 않음
  - UNESCAP, UNDP, FAO는 북한에 꾸준한 지원을 이어오고 있음





UN의 SE4ALL

- '모두에게 지속가능한 에너지'의 목표  
(Sustainable Energy for All : SE4ALL)



목표	현대 에너지서비스에 대한 보편적 접근		에너지 효율을 두배로	재생에너지 비중을 두배로
대용 지표 (%)	전기를 사용하는 인 구 비중	비-고체연료를 주로 사용하는 인구 비중	에너지 집약도 개 선율	최종에너지소비 중 재 생에너지 비중
1990	76	47	-1.3	16.6
2010	83	59		18.0
2030	100	100	-2.6	36.0

# 세계은행 재생에너지 프로젝트



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

분류	진행(개)	종료 포함(개)	진행사업예산 (백만달러)	
			평균	중간값
태양광	100	205	137.5	25.75
바이오매스	66	276	99.67	8.51
풍력	45	73	68.36	8.2

자료: World Bank

# 남북협력사업의 정의와 종류



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 남북교류협력사업이란

"협력사업"이란 남한과 북한의 주민(법인·단체를 포함한다)이 공동으로 하는 문화, 관광, 보건의료, 체육, 학술, 경제 등에 관한 모든 활동(남북교류협력에 관한 법률 제2조 4항)

## 남한과 북한의 관계

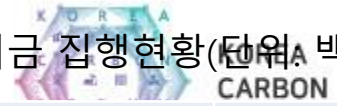
- ① 남한과 북한의 관계는 국가간의 관계가 아닌 통일을 지향하는 과정에서 잠정적으로 형성되는 특수관계이다.
- ② 남한과 북한간의 거래는 국가간의 거래가 아닌 민족내부의 거래로 본다.(남북관계 발전에 관한 법률 제32조)

- 북한에 대한 지원은 '남북관계 발전에 관한 법률'과 '남북 교류협력에 관한 법률' 등에 근거 남북교류협력기금을 통해 이루어짐(수출입은행 관리)
- 남북협력기금 지출계획은 2018년 기준 1,618,242백만원이며 이중 사업비가 959,266백만원임
- 사업은 크게 경상사업과 용자사업으로 나눌 수 있으며 경상사업은 남북교류 협력지원, 민족공동체 회복지원사업이 포함되며 용자사업은 인도적사업에 대한 용자와 남북교류협력지원에 대한 대출이 있음

2018년도 남북협력기금 지출총괄표(단위: 백만원)

구분	'17계획 (A)	'18계획 (B)	증감 (B-A)	%
<b>남북협력기금 총계</b>	<b>1,970,786</b>	<b>1,618,242</b>	<b>△352,544</b>	<b>△17.9</b>
○사업비	958,754	959,266	512	0.1
1. 통일정책	4,522	6,341	1,819	40.2
- 한반도통일미래센터 운영	4,522	6,341	1,819	40.2
2. 남북사회문화교류	14,379	12,942	△1,437	△10.0
- 사회문화교류지원	14,379	12,942	△1,437	△10.0
3. 인도적문제해결	686,275	595,414	△90,861	△13.2
- 이산가족교류지원	6,085	11,985	5,900	97.0
- 구호지원	448,556	352,438	△96,118	△21.4
- 민생협력지원	231,634	230,991	△643	△0.3
4. 남북경제협력	218,921	313,378	94,457	43.1
- 경제교류협력보험	25,000	10,000	△15,000	△60.0
- 경험기반(무상)	138,921	247,978	109,057	78.5
- 경험기반(유자)	20,000	20,000	-	-
- 경제교류협력대출(유자)	25,000	25,000	-	-
- DMZ 세계평화공원 조성	10,000	-	-	-
- DMZ 생태평화인보관광지구개발	-	10,400	10,400	-
5. 개성공단 조성	34,657	31,191	△3,466	△10.0
- 개성공단 운영대출	16,746	15,071	△1,675	△10.0
- 개성공단 기반조성	17,911	16,120	△1,791	△10.0

최근 5년간 남북협력기금 집행현황(단위: 백만원)



구분		자금종류	5년간합계
경상 사업	남북교류	인적왕래지원	2,814
	협력지원	사회문화협력지원	19,729
		경제교류협력보험	479,949
		소 계	502,492
	민족공동체 회복지원	한반도통일미래센터	52,000
		이산가족교류지원	12,814
		인도적지원	42,426
		경험기반조성(무상)	301,907
		소 계	409,147
		합 계	911,639
유자 사업	인도적사업(유자)		0
	남북교류 협력지원	교역경험자금대출	147,355
		-교역대출	2,993
		-경험대출	144,362
		경험기반조성(유상)	33,196
	경수로사업	경수로사업대출	0
	합 계	180,551	
총 계			1,092,190



# 소규모 재생에너지 협력사업 구분



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 전력중심 공급형

### Mini grid

- 풍력, 태양광, 바이오매스(가스, 고형), 소수력

### Off-grid

- 미니태양광
- 미니태양광+ESS

## 열+ 전력 공급형

화력 열병합발전  
+RES+미활용열

소규모 바이오매스  
열병합발전+RES+  
미활용열

# 도시형과 농촌형- 2way접근



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 1) 도시형: 전력공급 중심

북한지역에 대한 재생에너지 공급은 전력 중심의 도시형 모델과 열과 전력을 공급하는 농촌형 모델을 고려해볼 수 있음

전력수요가 많은 평양, 청진, 함흥 등은 태양광 등 전력을 중심으로 재생에너지를 공급  
전력망이 노후한 실정이므로 오프그리드 / 미니그리드로 전력공급체계 구상

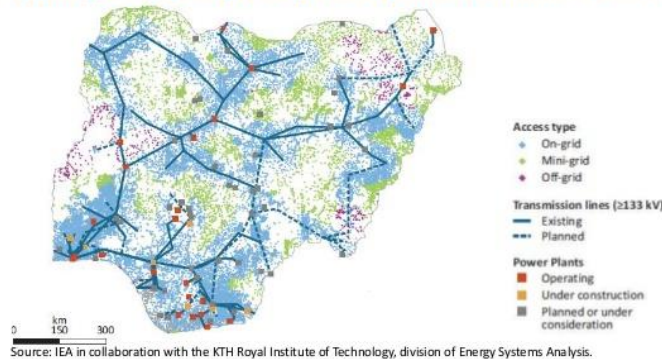


자료: 나이지리아의 태양광 주택단지, 하인리히 뵐 재단

- 많은 개도국들이 전력공급을 오프그리드/미니그리드를 놓고 구상함
  - 이와 관련 UN의 SE4ALL은 현재 아시아에서에서는 중국, 인도를 위시하여 12개 개도국이 참여
  - 인도주의적 입장에서 에너지 접근성을 높이는 것을 중요시 하기 때문에 전력과 안전한 취사, 냉난방 등에서 소외된 북측에서 실천하기에 적합

The most cost-effective way to expand electrification varies **Africa Energy Outlook**

Optimal split by grid type in Nigeria, given expected expansion of transmission lines



**In Nigeria, higher population density and wider grid coverage favour on-grid supply; where grid extensions are not cost-effective, mini-grids tend to be preferred**

# 도시형과 농촌형- 2way접근



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 1) 도시형: 열병합발전 기반의 지역난방 주택단지조성

- 압록강/두만강 유역 등 개발특구 지역과 열병합 발전소가 건설되어 있는 지역은 겨울이 길고 혹한이 발생하는 북반구 기후를 고려 열과 전기를 공급하는 지역난방(District Heating) 주택개발도 중기적으로 구상 가능
- 중국 북부는 지역난방 공급율이 90% 이상(IEA, 2016)일 정도이므로 기후적으로 비슷한 조건인 북한 북부지역은 CHP기반의 지역난방 주택개발의 타당성이 높음
  - 재생에너지+CHP+미활용열로 구성된 에너지 믹스 구성이



자료: Chen, 2014, Energy Policy



### 북한의 중앙급 경제특구 및 지방급 경제개발구 현황

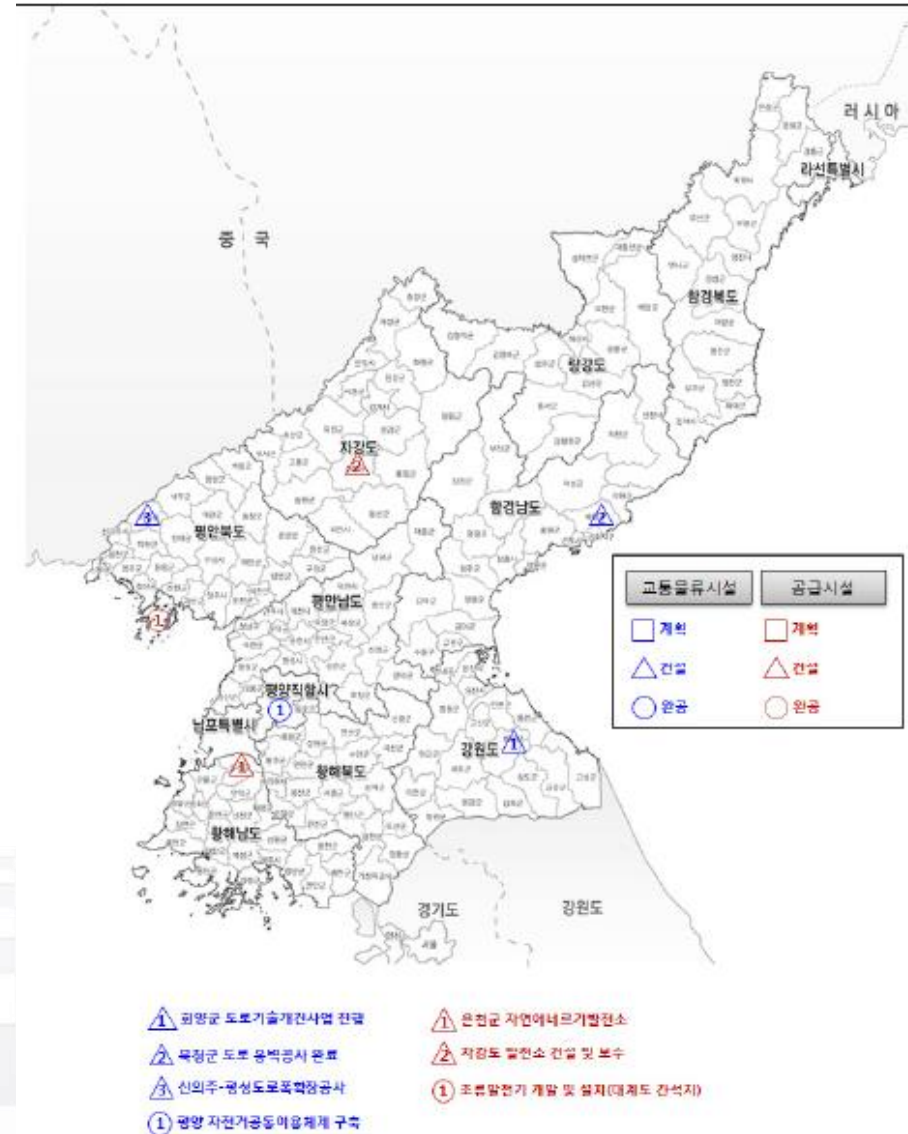


자료: LH토지주택연구원

- 공단 조성은 특구 등 조성발  
의 조성과는 달리 개수적  
이계이 과연동될가  
있어 이 때 추가  
인 가 상 업 부  
너지 수 요 가 발생
- 이는 단지 계획 규모  
의 재생에 너지  
계획이 마련  
있는 여건 형성

## 교통물류시설 및 공급시설 동향

- 황해남도, 은천군 자연에너지 발전소 운영 (민주조선, 01.26)
  - 군 전체적으로 1640여대의 풍력발전기를 설치·운영
- 자강도, 발전소 건설 및 보수(민주조선, 02.25)
  - 국가경제발전 5개년전략 기간 13개 발전소 건설 계획 중 올해 4개 완공 목표
  - 도 내의 모든 발전소에서 설비 점검.
- 조류발전기 개발 및 평안북도 방조제에 설치(조선신보, 03.19)
  - 국가과학원 수리공학연구소에서 북한의 실정에 부합하는 조류발전기 연구개발
  - 대계도 간석지방조제와 흥건도간석지방조제 배수문에 설치되어 운영 중







## 2) 농촌형: 열+ 전력 공급 중심

- 농촌지역은 난방, 취사 농업용 열·전기 공급 에너지 자립마을 구상
- IEA에 따르면(2011) 전 세계 농촌지역 중 30% 만이 전력망 안에서 경제적으로 효율적인 수준에서 전력수요를 만족시킬 수 있으며 나머지 70% 인구 중 2/3는 소규모망(microgrid)을 통해, 나머지 1/3는 독립형(off-grid)이 보다 비용 효과적으로 전력을 공급하는 방식임
- 북한은 송배전망 시설이 낡고, 전력손실률도 크기 때문에 송배전 인프라 없이 전력공급이 가능한 마을 단위 소규모 재생에너지가 적합함
- 바이오매스 기반의 가스형/고형 보일러 혹은 CHP 설치
- 북한 당국이 역량을 집중하고 있는 임농복합단지, 고리형 생산체계와 연계 clean cook, clean heating
- 바이오매스 열병합발전소는 북한 북부의 추운 기후를 고려하면 사업성이 있는 농촌형 주택단지 건설 기반이 될 수 있음
  - 북한당국은 산림경영에서 연료림 조성을 강조하고 있으며 북측 강원도 세포지구에서 축산+바이오가스 시스템을 운영하고 있음

# 도시형과 농촌형- 2way접근



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 2) 농촌형: 에너지 자립마을

- 바이오매스, 소규모 풍력, 태양광 등으로 시스템을 구상하여 에너지를 공급하는 농촌형 에너지 자립마을 제안
  - 독일의 운데마을, 국내 친환경에너지타운, 민간 주도-관 지원 방식의 다양한 에너지자립마을 등 참고
- 북한은 2000년대 우리나라 NGO 및 독일, 스위스의 국제 NGO, UNDP 지원으로 농촌에 재생에너지 설비를 지원받거나 설치한 사례가 있음
- 그러나 남북 협력 사업의 특성상 주민 주도형보다는 시설 지원형이나 에너지 자립섬(기술 및 시설 지원) 모델이 적합
  - 마이크로 그리드에 기반 마을단위 에너지 공급 방식 바람직



# 도시형과 농촌형- 2way접근



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 2) 농촌형: 우리의 에너지 자립섬 사업 경험

				
	<b>Gapa Island</b>	<b>Gasa Island</b>	<b>Deokjeok Island</b>	<b>Ulleung Island</b>
Area/ Population	0.85km <sup>2</sup> / 281	0.85km <sup>2</sup> / 281	22.97km <sup>2</sup> / 1,919	72.9km <sup>2</sup> / 10,673
Customers	193	168	1,000	7,932
Configuration	WT+PV+ESS+AMI	WT+PV+ESS	WT+ PV+ ESS + EMS+ Geotherm	WT + PV+ Hydro + Geotherm + ESS + EMS
Main Characteristics	Carbon Free Island  (Korea's First)	Carbon Free Island	Ecology Energy Independent Island(Stabilization, Optimization)	Green Energy Independence Island
Status	Operating	Operating	Project Started	Planning

# 개발과정에서 발생할 수 있는 위험



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## Technical Risks

Construction Risk  
EPC Contractor

Operation & Maintenance  
Manufacturer

Technology Risk  
Proven Technology

## Financial Risks

Resource Risk  
Availability (resource study e.g. on wind availability)

Country Risk  
Insurance

Market Risk  
- Feed in Tariff  
- Price of resource

자료: Volker Bromund, Asia Development Bank, 2017

자원조사의 유효성, 예기치 못한 복측의 변심(설비 전용 등), 돌발행동에 대비한 위험 헷징장치와 우리측 시장의 예측가능성(PPA체결, REC판매가능여부 등)을 높여야 협력사업 진행가능성이 높아질 수 있음

# 남북 재생에너지 협력을 위한 제도적 검토



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

	인도적 지원	경제협력
<p>공통</p>	<p>남북협력기금법(제8조, 기금의 용도)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•2. 문화·학술·체육 분야 협력사업에 필요한 자금의 전부 또는 일부의 지원</li> <li>•3. 교역 및 경제 분야 협력사업을 촉진하기 위한 보증 및 자금의 용자, 그 밖에 필요한 지원</li> </ul> <p>신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법(제 27조, 보급사업)</p> <p>개성공업지구 지원에 관한 법률(제10조, 에너지이용 합리화를 위한 지원)</p>	
<p>세부</p>	<p>전기사업법(제31조, 전력거래)</p> <p>개성공업지구 지원에 관한 법률(제6조, 개성공업지구의 개발에 관한 지원)</p> <p>신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법(제 12조의 7, 신재생에너지 공급인증서 등)</p>	





KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

## 5 결론

# 결론



KOREA  
CARBON  
FORUM 2018

- 남북 교류협력을 위한 우호적 여건이 조성되었으나 정치적 불확실성과 북한 특유의 리스크는 존재
- 이제 막 발아한 평화논의가 현실에 가까워지기 위해서는 비록 큰 계획을 제시할 수 없을지라도 지금 할 수 있는 최선의 방식을 선택(선이후난)
- 과학자들이 먼저 학술교류, 연구역량강화, 교육훈련을 통해 인적 교류
  - 개발협력+ 일사량 풍황조사 및 연구 교육 형태의 사업 설계
  - 서울, 금강산 등에서 양방향 재생에너지 학술교류 추진
  - 기존에 추진된 협력사업지역에 연장하는 전략
- 소규모 재생에너지 개발은 재정확보가 상대적으로 용이하고 사업추진에서 참고할 수 있는 국제기구의 개발도상국 지원사례도 상당히 누적되어있어 표준적인 사업관리가 가능
- 경험시도 단계에서는 재생에너지 기반의 배후주택단지개발 등 주거상업부문 재생에너지 계획 수립
- 대규모 재생에너지 경제협력이 가능하기 위해서는 BC ratio, NPV 등에서 투자에 대한 turnover 가능성이 개발지원보다 선명하게 나타나고 법제도 정비와 위험의 헷징이 가능해야 현실화될 수 있음



SEMINAR

03

KOREA CARBON FORUM  
2018 대한민국 탄소포럼

판문점 선언의 저탄소 이행방안

DISCUSSION

좌장 : 손요환 교수 | 고려대학교

